

Paradigmas da sustentabilidade na engenharia química

Prof. dr. ABRAHAM ZAKON

Laboratório de Mineralogia Industrial e Energética - Departamento de Processos Inorgânicos

Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - zakon@eq.ufrj.br

RESUMO

O paradigma "Sustentabilidade" impõe a implementação de três disciplinas obrigatórias na graduação dos cursos de Engenharia Química, "Microbiologia Industrial", "Mineralogia Industrial e Energética" e "Biodiversidade Industrial", visando a gestão integral e responsável dos imensos recursos naturais brasileiros e da América do Sul, cuja preservação é vital.

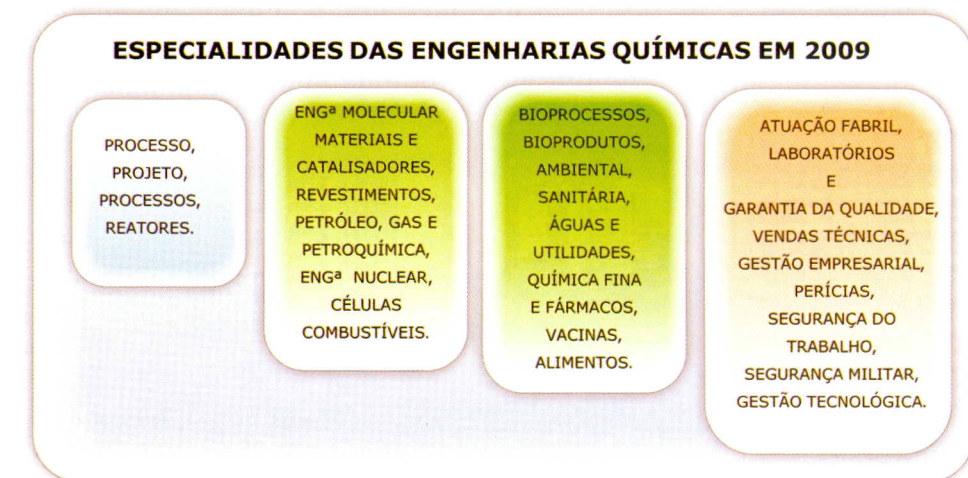
1 – ESPECTRO PROFISSIONAL DA ENGENHARIA QUÍMICA

A conversão química de matérias-primas naturais e sintéticas em produtos, envolvendo segurança, qualidade e proteção ao meio ambiente é a meta da Engenharia Química. O consumo de matérias-primas alternativas e a reciclagem de descartes sólidos e fluidos constituem desafios tecnológicos químicos diante das leis ambientais cada vez mais exigentes.

2. PARADIGMAS AMBIENTAIS

No contexto do desenvolvimento sustentável, o objetivo fundamental de estratégias de manejo de resíduos sólidos deve ser a maximização do aproveitamento dos recursos e a prevenção ou redução dos impactos adversos sobre o ambiente (Nava e colaboradores, 1999). Possibilita diminuir a miséria humana, criar oportunidades condignas de extração e exploração dos recursos naturais e evitar a proliferação da poluição ambiental associada com a eclosão ou manutenção de comunidades carentes.

A atuação dos engenheiros químicos é crucial durante a concepção, projeto e operação das rotas tecnológicas sustentáveis. A despoluição e a reciclagem de emissões gasosas, efluentes líquidos e resíduos sólidos depende de melhores conhecimentos sobre matérias-primas



naturais. Qualquer processo químico industrial pode ser otimizado ou melhorado se os engenheiros químicos aprenderam algo mais do que poucos fundamentos de Química e muitas técnicas de modelagem, projeto e simulação de equipamentos individualizados ou agregados.

Ao contrário do que ocorre na Natureza, onde a maioria dos processos biológicos não gera resíduos e é altamente eficiente quanto ao consumo de energia, as atividades desenvolvidas pela Sociedade são deficientes, inclusive no uso de água e materiais, e, geralmente, baseiam-se em processos lineares geradores de grandes quantidades de resíduos (Nava e colaboradores, 1999). As nações desenvolvidas investiram consideravelmente para conhecer os recursos naturais e energéticos dos continentes do Hemisfério Sul. Por exemplo, as viagens de Charles Darwin permitiram-lhe coletar amostras de minerais e rochas, e escrever sobre a evolução das espécies biológicas. Cabe-nos adotar posturas análogas.

O conhecimento sobre os bens minerais e biológicos preciosos, disponíveis abaixo e acima do solo e nas águas fluviais, lacustres e marítimas, re-

pousa sobre três disciplinas denominadas paradigmas ambientais, e circunstanciadas na última linha da Tabela 1.

2 – NOSSA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA EM MINERALOGIA INDUSTRIAL E ENERGÉTICA

Ao invés de adotar os enfoques descritivos de sistemas cristalográficos dos livros de Mineralogia, consideramos os recursos minerais, inclusive os combustíveis orgânicos e nucleares, como matérias-primas de segmentos químicos industriais, como os da Cerâmica, Siderurgia, Metalurgia, Aglomerantes Minerais e Fertilizantes. Direcionamos os alunos para o uso das publicações do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/CNPq, além do "Manual de Engenharia Química, 5ª Edição", e das edições da Enciclopédia de Tecnologia Química de Kirk-Othmer e similares.

Conciliamos aulas expositivas e interativas com visitas ao Museu de Ciências da Terra (DNPM-RJ) e à CPRM, aos laboratórios do CETEM/CNPq, e indústrias como a RIMISA-CISPER e AMBEV (vidros), ETERNIT (telhas de amianto e caixas d'água poliméricas), CSN (Cidade do Aço), HOLCIM-RESOTEC (cimento Portland e co-proces-

TABELA 1

A EVOLUÇÃO DOS PARADIGMAS NAS ENGENHARIAS QUÍMICAS

(adaptado de Borzani, 1975; Souza Santos, 1980; Heaton, 1996, Zakon e Strauch, 2005)

samento de resíduos perigosos), fábrica de combustível nuclear da INB, e à VOTORANTIM METAIS-ZINCO (lingotes, ácido sulfúrico, SO₂, etc.), abrangendo os processos de beneficiamento físico, pirometalurgia, hidrometalurgia e eletrometalurgia.

3 – É IMPORTANTE REINCORPORAR ELEMENTOS DE BIODIVERSIDADE INDUSTRIAL

A disciplina Microbiologia Industrial está consagrada no ensino de graduação das Engenharias Químicas e dispensa apresentações. A disciplina Biodiversidade Industrial é fundamental para os atuantes com fármacos, vacinas, cosméticos, química fina, alimentos, saneamento e gestão ambiental. Inspira-se nos textos do Prof. Otto Rothe sobre Preleções de Tecnologia Orgânica, que foram esquecidos a partir da criação da Petrobrás e dos Pólos Petroquímicos no Brasil e no livro de Shreve e Brink Jr. (1980) intitulado Indústrias de Processos Químicos.

TABELA 2

OBJETIVOS DA MINERALOGIA INDUSTRIAL E ENERGÉTICA

1º - estabelecer critérios de caracterização tecnológica do minério, que permitam indicar um processo de beneficiamento físico ou físico-químico e orientar a seleção e o projeto dos respectivos equipamentos.

2º - orientar o projeto de implantação de um sistema de controle cristalóquímico da qualidade.

3º - referenciar o desenvolvimento de processos de síntese de minerais sintéticos e novos materiais.

4º - orientar projetos de reciclagem de gangas e rejeitos sólidos de qualquer origem.

TABELA 3

SUGESTÃO DE EMENTA PARA BIODIVERSIDADE INDUSTRIAL

Madeiras para destilação e construção civil.

Biocombustíveis.

Gorduras, óleos e glicerina.

Fontes de açúcar e álcool.

Amido e fécula.

Celulose e fibras têxteis.

Essências, resinas e bálsamos.

Matérias corantes.

Peles e couros para curtimento mineral, vegetal e a óleo.

Borracha.

Leite e derivados.

Carnes, ossos.

Penas.

Frutas e legumes.

ERA	PERÍODO	PARADIGMAS
Química Industrial	~ 1800 a 1940	Tentativas e erros, empirismo e arte. Teoria Atômica e Lei das Proporções Múltiplas de Dalton.
Operações Unitárias	1920 até 1950	Processos físicos. Balanços de massa e de energia
Ciências da Engenharia Química	até os anos 80	"Transport Phenomena" (Bird, Stewart e Lightfoot, 1960)
Engenharia Bioquímica	desde anos 40	Microbiologia Industrial
Engenharia de Processos Químicos	desde anos 70	Modelagem, simulação e otimização computacional de rotas tecnológicas.
Gestão Tecnológica Química	desde anos 80	Competição tecnológica, patentes, e proteção do ambiente.
Engenharia de Bioprocessos	desde anos 90	Biologia.
Engenharia Química Industrial	Século XXI	Gestão Sustentável amparada em: - Mineralogia Industrial e Energética - Biodiversidade Industrial - Microbiologia Industrial

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRD RB, STEWART WE, LIGHTFOOT EN, Transport Phenomena - Wiley, New York, 1960.

BORZANI W, Introdução – in: BORZANI W, LIMA UA e ALCUARONE E, Engenharia Bioquímica, V. 3 – Série BIOTECNOLOGIA, Edgard Blücher e Editora da USP, SP, 1975.

HEATON A, An Introduction to Industrial Chemistry, 3rd Ed., Chapman & Hall, London, 1996.

NAVA CC, ORDAZ Y, JIMÉNEZ I, MEDINA JA, AGUIRRE I e CEBRIÁN A, Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos - 1a Ed., Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología, México, D.F., Diciembre, 1999.

PERRY RH e CHILTON CH, Manual de Engenharia Química, 5a Ed- Guanabara Dois, RJ, 1980.

ROTHER O, Preleções de Tecnologia Orgânica e Guia de Laboratório, Coleção do Estudante, Biblioteca Científica Brasileira, Instituto Nacional do Livro, Ministério da Educação e Saúde, RJ, 1947.

SHREVE RN e BRINK Jr JÁ, Indústrias de Processos Químicos - 4a Ed., Trad. Horácio Macedo, Guanabara Dois, RJ, 1980.

SOUZA SANTOS P, Conceituação do Ensino de Engenharia Química, Revista Brasileira de Engenharia Química, 4 (3/4): 14-22, 1980.

ZAKON A e STRAUCH PC, Paradigmas Acadêmicos, Ambientais e Estratégicos, XI Encontro de Educação em Engenharia, UERJ, UFRJ, UFF e UFJF, Penedo, RJ, 25 a 28 de outubro de 2005. ●